Lane Medical Library

Über die operative Behandlung einfacher Knochenbrüche.

INAUGURAL-DISSERTATION
ZUR ERLANGUNG DER
MEDIZINISCHEN DOKTORWÜRDE
AN DER
FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT
ZU BERLIN

von

Walther Söllig
aus Genthin (Prov. Sachsen)
Oberarzt im 2. Kurhessischen Infanterie-Regiment Nr. 82.

Tag der Promotion: 3. Dezember 1917.

Potsdam 1917.

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin.

Dekan: Prof. Dr. Franz.
Referenten: Prof. Dr. Köhler.
Prof. Dr. Hildebrand.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Meinen lieben Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Zwei wichtige Tatsachen haben gerade in der Behandlung der Fracturen einen gewaltigen Umschwung bewirkt, einmal die Einführung der Antiseptik und später der Aseptik in die Heilkunde und ferner die Entdeckung der Röntgenstrahlen. Mit Recht scheute man sich in der vorantiseptischen Zeit davor, einfache Brüche operativ anzugreifen. Als dann Lister seine Lehre von der Antiseptik aufstellte, erweiterte man auch die Indicationen einer Operation am gebrochenen Knochen. Es war schon lange allgemein bekannt, daß gerade zwei Bruchformen sich jeder Therapie widersetzen: die Patellar- und Olecranonfracturen, und zwar besonders solche, bei denen auch die seitlichen Gelenkkapselteile mitzerrissen waren. Man hatte sehr bald erkannt, daß die Muskelmassen, die an diesen Knochenteilen ansetzten, sich infolge Aufhebung der continuierlichen Verbindung durch das Knochenstück in entgegengesetzter Richtung retrahierten und so eine ziemlich große Diastase der Fragmente bewirkten. Oft genug war es durch keinen Verband möglich, größere Diastasen zu beseitigen, und das functionelle Resultat war in der Folge auch meist recht kümmerlich. Die Erkenntnis der Unzulänglichkeit der bisher ausgeübten Behandlungsmethoden führte Malgaigne (1) dazu, den Knochen direct anzugreifen; er empfahl eine nach ihm benannte Klammer, bestehend aus zwei Doppelhaken,

die durch eine Schraube verbunden und einander genähert werden können. Aber dieses Instrument besitzt heute wohl nur noch historisches Interesse. Der Gedanke der Naht wurde schon 1868 von Volkmann (2) speziell für Patellarfracturen angegeben und zwar benutzte er, um möglichst jede Infection auszuschalten, die sog. percutane Sehnennaht. Er führte mit gekrümmter Nadel je eine Drahtschlinge durch die Sehne des Quadriceps und das Ligamentum patellae. Beide Schlingen wurden auf der Patella zusammengeknüpft. Das Gelenk bleibt nach dieser Methode unberührt.

Barker (3) stach eine gestielte Nadel von einem kleinen Einschnitt in das Lig. patellae aus unter den Fragmenten entlang dicht hinter dem oberen Rand der Patella durch die Quadricepssehne heraus, armierte dann die Nadel mit einem Faden, den er rückwärts durchzog; darauf wurde von demselben ersten Einschnitt aus die Nadel über den Fragmenten zur Quadricepssehne herausgeführt, und das eine Ende des Fadens rückwärts zur unteren Wunde herausgeleitet. Die Fadenschlinge wurde verknüpft.

Andersson (3) stach nach 8 Tagen ober- und unterhalb der Fracturen zwei lange Stahlnadeln so ein, daß sie in der praepatellaren Ausbreitung der Quadricepssehne ihren Halt fanden und also den Knochen nicht berührten; darauf wurden sie möglichst einander genähert und durch Drahtumschnürungen in Achtertouren zusammengehalten.

Ein sehr sicheres Verfahren ist wohl das von Ceci (Genua) (4) angegebene: mit einem eigenen Bohrer sticht er z. B. von der inneren unteren Ecke in diagonaler Richtung gegen die äußere obere Ecke durch Haut

und Fragmente, ein Silberdraht wird rückwärts durchgezogen; dann wird der Bohrer an der unteren äußeren Ecke wieder angesetzt und am unteren Rand der Patella zur unteren inneren Ecke geführt. Dasselbe hier befindliche Fadenende zieht man wieder rückwärts durch zur unteren äußeren Ecke. Darauf wird die Kniescheibe in ihrer zweiten Diagonale durchbohrt: also vom inneren oberen Winkel zum unteren äußeren und der Faden zur oberen Öffnung herausgezogen. Beide Fadenenden sehen nun aus den oberen Öffnungen heraus und es braucht nur noch das eine am oberen Rande der Patella zur anderen Öffnung herausgezogen werden. Dann werden beide Enden zusammengedreht und in den Knochen versenkt.

Ceci empfiehlt diese Operation:

1. in allen frischen Fällen; denn auch noch so große Diastase läßt sich beseitigen,
2. bei alten Fracturen,
3. als Prophylaxe gegen Recidivfracturen.

Allen diesen Methoden gegenüber steht die offene Knochennaht, die durch Listers kühnes erfolgreiches Vorgehen sich zu einer fruchtbringenden Methode entwickeln konnte, der 1877 zum ersten Mal die Naht der Patella mit „versenkten Metalldrähten“ ausführte. Mit ihm zugleich vertrat Langenbeck diese Operation (5).

Es ist wohl ersichtlich, daß diese offene Behandlungsmethode manche Vorteile der subcutanen gegenüber bietet, zumal die Furcht vor Infection bei Beherrschung der Asep-

sis heutzutage hinfällig wird. Vor allem ist man in der Lage, die Fracturstelle genau zu untersuchen, Blutkoagula, Knochensplitter oder sonstige interponierte Kapsel und Weichteile zu beseitigen, dislocierte oder umgekippte Fragmente zu reponieren und eine gut kontrollierbare Annäherung der Fragmente zu erzielen. Wie Bockenheimer (6) hervorhebt, ist eine möglichst genaue Adaption der Patellarfragmente um so wichtiger, als die Patella, die man als Sesambein ohne Periostüberzug auffassen muß, zur Knochenregeneration weniger geeignet ist; diese geht bei ihr langsamer als bei Periost bedeckten Knochen vor sich.

Wenn auch wohl heute von den meisten Chirurgen gerade bei diesen Formen von Fracturen die offene Naht ausgeführt wird, so gibt es doch andererseits Chirurgen, wie Bardenheuer (7), der auch bei diesen Fracturen mit wenigen Ausnahmen ohne Naht gute functionelle Resultate erzielen will.

Es ist übrigens hervorzuheben, daß man unter Umständen auch ohne Naht eine Vereinigung erzielt; dann ist aber die Diastase auch nur gering gewesen, z. B. bei Erhaltung der Kapsel und der Seitenbänder. In solchen Fällen kann sich zwischen den Fragmenten eine zwar nicht knöcherne, aber wenigstens fibröse Verbindung herstellen, die unter günstigen Verhältnissen und bei geringer Benutzung der betreffenden Extremität functionell genügt, die aber bei einiger Anstrengung leicht der Gefahr der Wiederzerreißung ausgesetzt ist.

Dieser Umstand führt auf die sociale Indication der einzuschlagenden Therapie. Nach den vorherigen Erfah-

rungen wird der Chirurg sich leichter entschließen, einen älteren Patienten, der sich körperlichen Anstrengungen nicht mehr auszusetzen braucht, ohne Naht zu behandeln, als z. B. einen Arbeiter, der schwere Arbeit zu verrichten hat.

Nach Trendelenburg (8) soll man demnach bei allen jüngeren Leuten und Arbeitern immer die Naht anlegen. Er operiert 6—10 Tage nach dem Unfall, wenn das Ödem verschwunden ist, die Gewebe „wieder trocken" sind, da dann nach seiner Ansicht die Infectionsgefahr noch mehr verringert wird.

Wichtig bei der Nachbehandlung (überhaupt für die ganze Fracturenheilung) sind frühzeitige vorsichtige Bewegungen. Trendelenburg sagt davon: „Die frühzeitige Übung der Muskeln ist der beste Schutz gegen ihre Atrophie und die frühzeitige Bewegung des Gelenkes der beste Schutz gegen eine Versteifung des Gelenkes."

Machen schon die frischen Patellarfracturen bezüglich der Reposition und Retention Schwierigkeiten, so werden diese bei alten Fracturen noch größer wegen der starr gewordenen retrahierten Muskeln. Hier gilt es vor allem, Maßnahmen zu ergreifen, um die Fragmente ausreichend einander zu nähern. Schon Dieffenbach (3) hatte bei weit klaffenden Kniescheibenbrüchen die Sehne des Extensor cruris (Quadriceps) tenotomiert.

Mac Ewen (9) machte V-förmige Schnitte in die retrahierten Muskeln, die sich bei starkem Ziehen der Sehnen Y-förmig schlossen. Nachteilig ist bei diesem Vorgehen jedoch, daß die Zugkraft des Muskels herabgesetzt wird.

Die Operation, die v. Bergmann (3) ausgeführt hatte, nämlich das untere Fragment durch Abmeißeln der Tub. tibiae zu mobilisieren, erwies sich bei stärkerer Retraction des Quadriceps als unzureichend.

Interessant ist die Methode von Schanz (10). Er legte bei einem 5 Jahre alten nicht knöchern verheilten Querbruch der rechten Patella den Sartorius von seinem unteren Ansatz bis zur Mitte frei und löste ihn, dann präparierte er die Haut lateralwärts los, meißelte vorn von den Bruchstücken etwa $^2/_3$ ihrer Dicke ab, bildete dann Längsrinnen und verlagerte in diese den Muskel, den er mit Drahtnähten befestigte.

Rosenberger (11) klappte ein Stück Quadricepssehne mit einem vom oberen Fragment abgesägten Knochenstück nach unten, ebenso ein Stück Lig. patellae mit Knochenstück nach oben und vereinigte beide Stücke.

Eine Methode, die bei Schonung der Muskulatur und ohne Schädigung des fibrösen Gelenkapparates eine straffe Verbindung auch bei größerer Diastase gewährleistet, wird neuerdings von Turner (12) angegeben. Es wurde ein Lappen gebildet durch Spaltung des Lig. patellae in frontaler Ebene. Nach Verlängerung des Lappens nach unten durch Ablösung des Periosts von der Tibia wurde er nach oben geklappt und unter einer periostalen Brücke des oberen Fragments befestigt.

Lassen schließlich alle diese Methoden im Stich und erfordern die socialen Verhältnisse eine Gebrauchsfähigkeit des Gliedes, dann bleibt als letztes Mittel noch die Resection des Kniegelenks mit Versteifung desselben.

Anschließend mögen in einigen Worten die Olecranonfracturen besprochen werden. Man kann wohl sagen, daß eine gewisse Parallele zwischen diesen und den vorher besprochenen Patellarfracturen besteht. Die Ursache der Entstehung der Fractur ist wohl meist direct und das Olecranon ist umsomehr gefährdet, je gebeugter der Arm ist. Aber andererseits kann auch indirect, nämlich durch Zug des an ihm inserierenden Musculus triceps eine Fractur entstehen. Wie bei den Patellarfracturen ist auch hier das Haupthindernis der Heilung die contrahierte Muskulatur, die das von der Ulna abgerissene Stück nach oben zieht, und so eine mangelnde Berührung der Bruchflächen herbeiführt. Da nun das Olecranon nach hinten einen Schutz des Ellenbogengelenkes bildet, wird dieses bei einem Bruch mitbetroffen werden und damit werden alle Komplikationen einer Gelenkfractur die Folge sein können; z. B. drohende Gelenksteifigkeit infolge des Blutergusses, einer Gelenkquetschung oder entzündlicher Vorgänge in der Umgebung, endlich auch infolge hineinwuchernden Callus. Eine Ankylose im Ellenbogengelenk wird man aber naturgemäß viel ernster beurteilen müssen, als eine solche im Kniegelenk. Unter diesen Verhältnissen muß man bestrebt sein, die Heilungsdauer nach Möglichkeit abzukürzen. Zur Beseitigung des Blutergusses und zum Vorbeugen der Muskelatrophie ist von Championière (13) neuerdings die Massage als zweckmäßig empfohlen worden. Er warnt vor allem vor der früher geübten Immobilisation in verschiedenen Stellungen. Andere Autoren, wie Tillmanns (14) Murphy (15) u. a. treten für operative Vereinigung der

Olecranonfractur ein, und man kann wohl im allgemeinen sagen, daß man die bei der Behandlung der Patellarfracturen geltenden Grundsätze ohne weiteres auf die der Olecranonfracturen übertragen kann. So ist wohl ziemlich jede für Kniescheibenbrüche angewandte Heilmethode auch bei den Olecranonfracturen ausgeübt worden.

Haben wir bisher Fracturen besprochen, die wohl unter allen Umständen von den meisten Chirurgen durch Naht fixiert werden, so wollen wir im folgenden solche subcutanen Bruchformen betrachten, die nicht von vornherein Fälle für operatives Eingreifen sind, sondern erst durch begleitende ungünstige Umstände ein solches erfordern.

Es ist klar, daß man sich, mag man noch so harmlose Operationen vornehmen, von ganz bestimmten Indicationen leiten lassen soll, daß man auch nicht z. B. bei solchen Brüchen die Naht legt, die erfahrungsgemäß ohne Naht ebenso gut functionell geheilt wären; und es fand mit Recht Pfeil-Schneiders (16) Vorschlag, jede Radiusfractur zu nähen, heftige Gegner, wie Bergmann (cf. Discussion), der in scharfen Worten dieses Vorgehen verurteilt, „das ähnlich wäre, wie um bei Tumoren im Leib sich jede Untersuchung zu ersparen, einfach Einschneiden und nachsehen, was da ist."

Die operative Behandlung von Fracturen soll nicht als die typische Behandlung angesehen werden, sondern als eine wertvolle Ergänzung derselben.

Unter den Indicationen zur Operation steht hier an erster Stelle die Unmöglichkeit, den Bruch zu reponieren.

Nach Bruns können wir folgende häufigere Repositionshindernisse unterscheiden:

1. erhebliche Dislocation kleiner Fragmente, an denen kräftige Muskeln ansetzen;
2. ungenügende Zugänglichkeit für manuelle Einwirkung.
3. Interposition von Weichteilen;
4. Complication der Fractur eines Gelenkendes mit Luxation.

Derartige Verhältnisse können sehr wohl die Veranlassung zu blutiger Reposition geben. Die Forderungen möglichst genauer Reposition sind in neuester Zeit immer größer geworden, da man sich sagte, daß eine möglichst gute Function auch eine möglichst ideale Heilung voraussetzte. Vor Entdeckung der Röntgenstrahlen war die Untersuchung der Knochenbrüche nur auf die Besichtigung und das Gefühl des palpierenden Fingers beschränkt, — Untersuchungsmethoden, die oft genug zu Trugschlüssen verleiteten und eine unrichtige Therapie bedingten. Jetzt werden uns auch die feineren Einzelheiten der Fractur mit Hilfe des Röntgenlichtes nicht so leicht entgehen und sind wir andererseits auch in der Lage, unsere eingeschlagene Therapie jederzeit genau zu kontrollieren, indem wir uns durch beliebig wiederholte Durchleuchtungen von dem Fortschritt der Heilung überzeugen können.

Beschäftigen wir uns näher mit den erwähnten Repositionshindernissen und Möglichkeiten ihrer Beseitigung. Zuerst: die erhebliche Dislocation kleiner Fragmente ist zum Teil vorher schon ausführlich besprochen worden bei der Behandlung der Patellar- und Olecranonfracturen. Hinzu-

zufügen wäre noch, daß öfter Fracturen des Oberschenkelschaftes mit ganz erheblicher Dislocation vorkommen und man auch hierbei nach Fritz König (17) manchmal zur Operation schreiten wird, weil durch Zuwarten viel ungünstigere Verhältnisse geschaffen werden.

Praktisch wichtig ist ferner der Abbruch der Tubercula vom Humerus. Früher konnte man diese Fracturform schwer diagnosticieren und erkannte sie erst an den auftretenden Bewegungsstörungen. Darum empfahl König, wenn die Diagnose durch das Röntgenbild gesichert ist, möglichst früh einzugreifen und das abgebrochene Stück am Schaft zu fixieren.

Zweitens die Unzulänglichkeit der Bruchstücke für manuelle Einwirkung. Vor allem sind davon betroffen die Brüche in der Nähe von Gelenken oder in diesen selbst. Auf dem Kongresse der deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1902 wurden diese Fragen eingehender erörtert und vor allem trat König auch hier für operatives Eingreifen solcher Fracturformen ein. Es ist bekannt, daß intra- oder paraarticuläre Brüche oft genug schlecht verheilten, wenn fixierende Verbände angelegt wurden. Bei der Kleinheit des einen Fragmentes und damit der Kürze des einen Hebelarmes sind die Schwierigkeiten der Correction oft unüberwindlich. Infolge Dislocation kommt es aber gerade bei diesen Brüchen zu erheblicher Callusbildung, die naturgemäß große Bewegungsstörungen veranlassen. Andererseits führen auch bei genügend guter Stellung der Fragmente länger liegende Fixationsverbände zu Versteifung des Gelenkes. Darum sollte, wie König hervorhebt, wenn

man nach Röntgenbildern entscheiden kann, ob es unwahrscheinlich oder gar unmöglich ist, gute Heilung zu erzielen, möglichst früh operiert werden, und er betont, „daß bei einer Anzahl derartiger Fracturen die Operation nicht das ultimum refugium, sondern im Gegenteil das normale Verfahren ist."

Hierher gehört, wie König (18) an anderer Stelle auseinandersetzt, die Fractur des Schenkelhalses und ihre Therapie. Er unterscheidet streng zwischen den intra- und extracapsulären. Die intracaps. Fractur trennt er wieder in eingekeilte und nicht eingekeilte. Während eingekeilte Fracturen fast symptomlos verlaufen können, und solche Patienten eigentümlicherweise oft genug keinen Arzt herbeiholen, sondern nach kurzer Zeit ihrer Arbeit wieder nachgehen, sind Patienten mit nicht eingekeilten, intracaps. Schenkelhalsfracturen vollkommen arbeitsunfähig. Sehr wichtig ist dabei, wie weit die die Kapsel umgebenden Weichteile mitgeschädigt sind. Erfahrungsgemäß heilen diese Fracturen außerordentlich schlecht. Man muß berücksichtigen, daß besonders ältere Leute von diesem Unglück betroffen werden, bei denen an sich die Regenerationsfähigkeit des Knochens viel geringer ist, daß andererseits die Ernährung des Schenkelhalses durch das Lig. teres sehr unvollkommen ist, zumal wie Langer und Senn (19) gezeigt haben, die ernährenden Gefäße im höheren Alter fast obliterieren. Die gewaltige Muskelfülle, der Mangel an geeigneten Stützpunkten zur Fixierung des Verbandes führen nicht zur Heilung; darum hält König die frühzeitige Knochennaht bei solchen Fracturen für eines der wichtigsten Probleme, zumal

man weiterhin bestrebt sein muß, bei älteren Patienten das Krankenlager möglichst abzukürzen wegen der drohenden Complicationen. (Hypostatische Pneumonien, Decubitus etc.) Wie wichtig auch möglichst genaue Naht der Kapsel ist, kann man an einem Falle sehen, den König operiert hatte, und bei dem später durch Autopsie der Erfolg der Therapie kontrolliert werden konnte. Es zeigte sich, daß dort, wo die Kapsel vernäht war, völlig solide Vereinigung stattgefunden hatte, während hinten an den Stellen, wo Kapselnaht nicht hatte gelegt werden können, keine knöcherne Verbindung hergestellt war.

Andere Chirurgen, wie David Prinz, Senn, Schönborn, Langenbeck (20), wandten bei Schenkelhalsfracturen die Nagelung an und erzielten auch gute Erfolge. Trendelenburg (9) legt die Fractur bloß, durchbohrt den Trochanter nach Herausbiegen der Fragmente, von innen nach außen, treibt darauf den Bohrer in umgekehrter Richtung durch diesen Kanal in den Kopf hinein und führt schließlich ein Elfenbeinstück ein. Bei alter Fractur wird man am besten resecieren.

Die dritte Form, die oft Repositionshindernisse bildet, sind Interpositionen. Vor allem wird es sich hierbei um Schrägfracturen handeln, sei es am Humerus- oder Femurschafte. Wenn durch den Muskelzug die Fragmente an einander vorbeigetrieben werden, können sich leicht Muskeln, Sehnen, Nerven oder Gefäße einklemmen. Eine knöcherne Heilung kann aber nur dort zusammenkommen, wo die Bruchflächen sich berühren. Nun wird es selten gelingen, solche Interpositionen unblutig zu lösen. Man wird

also nach richtiger Erkenntnis des Falles die Bruchstelle freilegen und die eingeklemmten Weichteile beseitigen. Danach wird man, um ein abermaliges Zurückrutschen der Fragmente zu vermeiden, die Bruchenden fixieren durch Naht, Nagelung oder andere Operationen, die im wesentlichen dem Vorgehen bei Pseudarthrosenbehandlung gleichen und später bei Besprechung solcher Zustände erörtert werden sollen.

Endlich wäre noch zu betrachten die Complication der Fractur eines Gelenkendes verbunden mit Luxation des einen Fragmentes, Verhältnisse, die kaum anders als durch Operation zu beseitigen sind. Ziemlich häufig finden wir bei Abbruch des Epicondylus internus humeri eine Luxatio antebrachii. Mit gutem Recht wird man hier die Naht legen, weil einmal eine Gefahr für den dort dicht am Knochen entlang ziehenden Nervus ulnaris besteht, der durch eine Verschiebung der Fragmente seines Schutzes beraubt wird, ferner wird der dislocierte Epicondylus Bewegungen im Gelenk hindern.

Diagnostisch schwierig ist die Luxation des fracturierten Humeruskopfes. König (9) nimmt an, daß hier die Luxation primär entstehe und erst als Complication die Fractur hinzukomme. Jetzt wird uns das Röntgenbild darüber Aufklärung geben und man wird nach Sicherung der Diagnose am besten entweder Gelenk und Gelenkkopf, ebenso Kapselspalt freilegen, und dann den Kopf in die Pfanne zurückziehen oder entfernen.

Außer all diesen bisher besprochenen Gründen, die den Chirurgen zwingen können, selbst subcutane Brüche opera-

tiv anzugehen, müssen wir ferner erwähnen jene unangenehmen Folgezustände, die mehr oder weniger häufig bei jeder Fractur sich ereignen können.

Zunächst: Verletzung oder Compression von größeren Gefäßen sind zwar nicht so häufig bei subcutanen Fracturen als bei offenen, da die Gefäße vermöge der ihnen innewohnenden Elastizität gewöhnlich den Fragmenten ausweichen; trotzdem kann z. B. ein dislociertes Fragment eine Arterie durchschneiden oder durch allzu große Spannung zerreißen. Außerdem können aber noch verschiedene andere Ursachen die Gefäßwand trennen, wie z. B. Zerquetschung zwischen den Fragmenten u. a. m. Gewöhnlich werden hiervon die Gefäße betroffen, die in unmittelbarer Nähe der Knochen verlaufen; es sind meistens Verletzungen von Arterien, während man Venenverletzungen viel seltener findet. Die Gefäßtrennung selbst kann an sich total oder auch nur partiell sein, wobei gerade die letzteren prognostisch nicht so günstig anzusehen sind, da infolge der Elastizität der erhalten gebliebenen Wand, die das Gefäßrohr immer klaffend erhält, viel leichter eine profuse Blutung eintreten kann. Die Folgen derartiger Zustände können ganz verschiedene sein. Es können sich ausgedehnte Blutergüsse bilden, ferner können sich Aneurysmen entwickeln, ja es kann, als übelste Folgeerscheinung Gangraen eintreten.

Die Behandlung ausgedehnter Blutergüsse ist gewöhnlich expectativ. Punktieren wird man nur dann, wenn, was sehr selten geschieht, eine Infection hinzutritt, oder wenn keine Resorption wegen Absackung des Extravasats durch Bindegewebe eintreten kann.

Blutgeschwülste oder Aneurysmen nach Fracturen sind nicht sehr häufig beobachtet worden. Brúns unterscheidet ein primäres diffuses Aneurysma oder arterielles Haematom und ein secundäres circumscriptes Aneurysma, das dadurch entsteht, daß entweder der die Gefäßwunde verschließende Thrombus sich löst, oder daß ein primär diffuses Aneurysma sich mit einem Sacke aus dem umgebenden Gewebe begrenzt.

Bei Neigung zum Wachsen wird man die Spaltung des Aneurysmas und Unterbindung der Arterie an der verletzten Stelle ausführen müssen, um die Gefahr der drohenden Gangraen zu beseitigen.

Gangraen irgend eines Körperteils kann immer nur dann eintreten, wenn die Ernährung aufgehoben ist. Die Ursachen können dabei ganz verschiedenartig sein. Am häufigsten beobachtet man bei Knochenbrüchen Gangraen der die Bruchstelle bedeckenden Weichteile, teils durch den Unfall selbst z. B. Quetschung, Zerreißung der Gewebe, teils durch Druck dislocierter Fragmente auf die Haut bei oberflächlich gelegenen Knochen (Schrägbrüche der Tibia mit Dislocation des unteren Fragmentes).

Schließlich mag noch erwähnt werden, daß auch durch fehlerhafte Behandlung Gangraen eintreten kann. Bekannt ist der Fall, den Bruns aus den Journalen der Tübinger Klinik mitteilt, bei dem es infolge einschnürenden Verbandes zu einer vollkommenen Bloßlegung der Unterschenkelknochen und Mumificierung des Fußes gekommen war. Derartig extreme Fälle, bei denen nur noch Amputation als einzige Therapie gelten kann, werden in der

letzten Zeit dank der Verbesserung der Technik kaum je vorkommen; im übrigen hat sich die Behandlung nach Erkennung drohender Gangraen auf Beseitigung der Ursache zu richten.

Bei Entwicklung eines Aneurysmas muß dieses eröffnet werden, der Bluterguß muß entfernt, daß verletzte Gefäß doppelt unterbunden werden, wenn nicht die Gefäßwunde so klein ist, daß die Gefäßnaht ausreicht.

Ungleich häufiger als Complicationen seitens der Gefäße werden Verletzungen oder Compressionen von Nerven durch Fracturen beobachtet. Daß man trotzdem früher Lähmungen nach Fracturen im allgemeinen als selten bezeichnete, lag wohl daran, daß man die Symptome oft als zurückbleibende Schwäche betrachtete, während man, seitdem öfter operativ vorgegangen wird, besser die richtige Diagnose stellen kann.

Als erster hat Busch (21. 22) im Jahre 1863 eine Radialislähmung als Folge einer vorangegangenen Humerusfractur diagnosticiert und zum Beweise die Lähmung durch Lösung des Nerven aus dem Narbengewebe geheilt. Im gleichen Jahre heilte Ollier einen Fall von Lähmung infolge Calluswucherung ebenfalls durch Operation und wurde damals deswegen in wissenschaftlichen Kreisen hoch gefeiert. Nach einer Statistik von Bruns treten fast ausschließlich bei Fracturen der Röhrenknochen Nervenverletzungen auf, von denen wiederum in erster Linie Humerusfracturen mit Laesion des Nervus radialis betroffen sind. Dies läßt sich leicht daraus erklären, daß der Nerv fast in seinem ganzen Verlaufe dem Knochen dicht anliegt. Es folgen der Häufig-

keit der Schädigung nach Nervus ulnaris, Nervus brachialis und Plexus brachialis. Seltener treten Nervenverletzungen an der unteren Extremität auf, wobei in der Hauptsache bei Fracturen des oberen Endes der Fibula Verletzungen des Nervus peronaeus entstehen. Die Folge einer solchen Complication wird eine Lähmung motorischer, sensibler und completter Art sein.

Man unterscheidet nach Riethus (22) zwischen primärer und secundärer Nervenlähmung.

Primäre Lähmungen, die man auch als Contusionslähmungen bezeichnen kann, kommen zustande durch:

1. Contusion des Nerven infolge directer Gewalt.
2. Contusion des Nerven infolge dislocierter Bruchstücke.
3. Interposition zwischen die Fragmente.

Sekundäre Lähmungen, die Riethus als Compressionslähmungen bezeichnet, entstehen durch:

1. Dehnung des Nerven, wenn er über abnorme Callusmassen verläuft.
2. Abknickung des Nerven infolge dislocierter Fragmente.
3. Umschnürung mit Narbengewebe, das den Nerven gegen den Knochen drückt.
4. Dadurch, daß der Nerv in einem Tunnel von Callus und Narbengewebe eingebettet und comprimiert ist.

Wie Riethus betont, sind die Symptome primärer Lähmung vorwiegend motorischer Art, während sensible Störungen nach Tillmanns (14) durch collaterale Bah-

nen, die als Ersatz eintreten, beseitigt werden. Ob man es nur mit einer Contusion oder Trennung des Nerven zu tun hat, ist schwer differentiell zu diagnosticieren. Eine Tatsache, auf die Létiévant (23) hingewiesen hat, kann man nach Riethus zur Erleichterung der Differentialdiagnose heranziehen.

L. beschreibt in seinem Werke Traité des sections nerveuses„ daß bei gestörter Schmerz- und Temperaturempfindung das Tastgefühl verhanden sein kann, und zwar, wie er annimmt, infolge Übertragung des Reizes auf die Gefühlspapillen benachbarter Nervenfasern (Sensibilité supplée). Infolgedessen wird um ein „punktum maximum" der Anaesthesie eine paraesthetische Zone liegen. Darum kann man annehmen, daß es sich bei Störung der Sensibilität und dem L.'schen punktum maximum um eine Continuitätstrennung des Nerven handelt.

Die secundären Lähmungen sind nicht als unmittelbare Folge des Traumas anzusehen, sondern entstehen erst, wie vorher erwähnt, infolge sich ungünstig entwickelnder Verhältnisse. Daher ist die Nervenfunction anfangs normal, erst später tritt Lähmung auf, die sich allmählich zur totalen Paralyse entwickeln kann. Die Symptome dieser Complication sind im Gegensatz zu denen primärer Lähmungen Sensibilitätsstörungen.

Nach experimentellen Untersuchungen von Vulpian, Neumann und Erb (cf. Bruns) kommt es zu einer Degeneration, die besonders peripher sehr ausgedehnt sein kann; darauf kommt unter Umständen Regeneration wieder durch Auswachsen neuer Achsenzylinder vom Centralstumpf

aus peripherwärts. Ist die Zerstörung von Nervensubstanz so hochgradig, daß keine Heilung erfolgt, dann kommt es zu Muskelathrophie und völliger Functionsfähigkeit des betreffendes Gliedes.

Die Therapie derartiger Lähmungen nach Fracturen wird sich in jedem Falle individuell gestalten. Ist die Lähmung primär und keine vollständige, wird man abwartend verfahren können und sich vorläufig auf Anwendung von Massage und Electricität beschränken. Secundäre Lähmungen dagegen haben von vornherein kaum Aussicht auf Heilung ohne operativen Eingriff. In solchen Fällen wird man immer mit Recht den Nerven freilegen und die schädigende Ursache beseitigen. Je nachdem, was vorliegt, wird man vorspringende Knochenteile resecieren, Callusmassen abtragen, Nerveninterposition beseitigen oder getrennte Nerven zusammennähen.

Ist der Nerv in einem vollständigen Kanal eingeschlossen, so ist damit, wie Ollier hervorgehoben hat, nicht notwendig, Compression verbunden. Auch ein Fall von Szumann (24) zeigt ganz klar, wie die Schädigung des Nerven von der Beschaffenheit das Kanals abhängt. Nach einer Fractur des Oberschenkels waren Nervus tibialis und Nervus peronaeus in Callusmassen eingeschlossen. Der N. peronaeus war gelähmt und es zeigte sich, daß er in einem engen rauhen Kanal eingebettet war, während der N. tibialis in einer weißen glatten Knochenrinde lag und intact geblieben war.

Sind Nervendefecte entstanden, z. B. durch Retraction der Nervenenden, dann müssen plastische Methoden ausge-

führt werden, z. B. Nervendehnung, Neurotransplantation usw.

Trendelenburg (22) resecierte in einem solchen Falle treppenförmig ein Stück Knochen, worauf ihm die Vereinigung der Nervenenden gelang, in einem anderen Falle resecierte er nicht, sondern durchsägte den Knochen in schräger Richtung und schob die Sägeflächen einander vorbei.

Bei der Therapie von Nervenlähmungen ist es manchmal schwierig, nachfolgende Narbenconstriction zu vermeiden. Bei einem Fall von Neugebauer (25) mußte deswegen fünfmal der N. radialis freigelegt werden. Das wichtigste zur Vermeidung solcher Zustände ist die Heilung per primam intentionem, dennoch hat man auch nach Methoden gesucht, die die Schädigungen der Narbencontractionen verringern sollten; so wurde z. B. der Nerv zwischen Haut und Muskeln verlagert (Mühsam, Riethus) oder er wurde in Thiersch'sche Transplantationen eingehüllt. Schede (21) schlug Transplantation von subcutanem Fett vor. In den Fällen, wo die Auslösung des Nerven aus der Narbenmasse unmöglich ist, kann man nach dem Vorschlage Trendelenburgs (21) das betreffende Nervenstück zusammen mit einem entsprechenden Stück Knochen resecieren und neu vereinigen.

Über den Zeitpunkt des operativen Eingreifens sind die Ansichten verschieden. Während Borchard (26) bei Lähmungen nach subcutanen Fracturen, ausgenommen scharfe Continuitätsdrängung des Nerven, erst Callusbildung abwartet, wenn die Bruchstücke richtig stehen, um später

etwa drückende Callusmassen mitbeseitigen zu können, vertreten andere Autoren, wie Mühsam und Riethus die frühzeitige Operation bei secundären Lähmungen, da durch längeres Warten der Nerv immer mehr geschädigt wird. Primäre Lähmungen sollen operiert werden, wenn nicht baldige Besserung eintritt.

Prognostisch günstig sind vor allem die Zeichen wiederkehrender Motilität, besonders für den N. radialis anzusehen. Létiévant hat nämlich eine sog. Motilité supplée beschrieben, die er am N. ulnaris und medianus beobachtet hatte, nicht aber am N. radialis, d. h. es treten ähnlich wirkende Muskelgruppen, die nicht von dem betroffenen Nerven (medianus oder ulnaris) versorgt werden, für die gelähmten Muskeln ein, ähnlich wie bei der schon beschriebenen „sensibilté supplée". Da nun beim N. radialis eine derartig compensierende Wirkung analog functionierender Muskeln nicht existiert, ist eine Wiederkehr der motorischen Function im Radialisgebiet günstig anzusehen.

Mit einigen Worten möchte ich im Anschluß hieran auf die ischämischen Lähmungen und Muskelcontracturen kommen, die sich nach Fracturen entwickeln können. Über ihre Entstehung hat man verschiedene Meinungen geäußert. Volkmann (26) glaubte, daß sie durch zu lange Beschränkung der arteriellen Blutzufuhr entstünden und darauf beruhen, daß die der Sauerstoffzufuhr beraubten Muskelprimitivbündel zerfallen, daß der Muskel infolgedessen in verkürzter Stellung starr wird. Volkmann verglich die Erscheinung mit der Totenstarre. Diesen Anschauungen gegenüber traten in neuester Zeit die experimentellen Unter-

suchungen Hildebrand's, (27) die zu dem Resultat führten, daß für viele Fälle nicht eine Veränderung der Circulation, sondern Degenerationen der Nerven anzuschuldigen seien. Er unterscheidet hier primäre Veränderungen, die durch Nervenverletzungen, und secundäre, die durch Druck der schrumpfenden Muskeln auf den Nerven verursacht werden. Seine therapeutischen Maßnahmen, die er nach diesem Gesichtspunkte vornahm, hatten Erfolg. Er löste die comprimierten Nervenstämme aus den starren Muskeln und verlagerte sie nach Nahtverschluß der Muskelinterstitien unter die Fascien. Im übrigen ist die Therapie ausgeprägter ischämischer Contracturen und Lähmungen, die dank der vorgeschrittenen Erkenntnis dieser üblen Zustände immer seltener werden, leider wenig erfreulich. Man kann die Stellung verkrüppelter Glieder wohl durch plastische Methoden, wie Sehnenverlängerung oder Knochenresection verbessern, aber erfreuliche Erfolge sind wohl nicht beobachtet worden.

Besonders störend wirkt die difforme Heilung nach Knochenbrüchen der Extremitäten, deren Ursachen entweder bedingt sind durch primäre Dislocation, die gar nicht oder nicht dauernd beseitigt worden ist, oder durch secundäre Dislocation, die sich im Laufe der Behandlung, zum Teil wohl durch Torheit und Unfolgsamkeit des Patienten, zum Teil aber auch trotz aller Vorsicht des behandelnden Arztes entwickeln. Wie wir von den Knochenbrüchen selbst wissen, werden die Fragmente oft in ihrer Axenrichtung zueinander winklig geknickt oder gedreht, oder sie werden aneinander vorbeigeschoben. Auch Combinationen derartiger Zustände können natürlich vorkommen. Heilen die Fragmente in

diesen abnormen Stellungen fest aneinander, dann können die functionellen Störungen außerordentlich groß sein. Wir haben dann die „deform geheilten“ Knochenbrüche vor uns.

Haben sich die Fragmente aneinander vorbeigeschoben, so folgen Verkürzungen, die in hochgradigen Fällen bis zu 20 cm betragen können. Im Kindesalter kann freilich, wie Bruns hervorhebt, eine Art Selbstheilung eintreten durch gesteigertes Längenwachstum des betreffenden Knochens. Außer der Verkürzung, die am häufigsten zu beobachten ist, ergeben Axenknickung oder Drehung schwere Functionsstörungen. So bewirkte Axenknickung Varus-, Valgus- oder Equinusstellung der deform geheilten Extremität, während es durch Axendrehung zu Ein- bezw. Auswärtsrotation kommt. Gefürchtet ist ferner die Annäherung der beiden Radiusfragmente gegen die Ulnafragmente, wodurch nach fehlerhafter Heilung ein großes Supinationshindernis entsteht. Abgesehen von diesen schweren Folgen können vorstehende Bruchenden bei schlecht geheilten Fracturen durch Druck gegen die Haut diese spannen, zur Atrophie bringen und sie schließlich perforieren, oder sie üben, wie bereits erwähnt, nach innen zu Druck auf Nerven oder Gefäße aus. Die Therapie derartiger Fälle kann natürlich nur operativ sein, und die Indication zur Operation ist uneingeschränkt gegeben bei bedeutender Entstellung und Functionsstörung.

Man muß eine neue Continuitätstrennung des Knochens herbeiführen. Früher und auch jetzt noch in manchen Fällen diente dazu die unblutige Methode, die Osteoklase oder Refractur des Callus auch „Dysmorphosteopalinklasie“ genannt. Sehr wichtig bei der Beurteilung für

das Gelingen der Osteoklase ist die Festigkeit des Callus, das Alter des Patienten, die Art und der Grad der Dislocation. Es hat sich gezeigt, daß frischer Callus, jugendliches Alter, winkelige Abknickung und größere Dislocation der Bruchenden die günstigsten Aussichten für die Refraction darbieten.

Die einfachste Art dieser Operation ist die manuelle Osteoklase. In Narkose wird mit gesteigerter Kraftentwicklung zuerst die Knickung vermehrt und dann die entgegengesetzte Bewegung ausgeführt. Für Fracturen, bei denen das eine Bruchende sehr kurz ist, hat Bardeleben (28) das Angipsen von Schienen für künstliche Verlängerung der Hebelarme angegeben.

Oft freilich wird die Händekraft nicht ausreichen, die Callusmassen zu brechen. Für diese Fälle hat man Maschinen konstruiert, die durch Zug oder Druck auf den Knochen einwirken.

Die Extension mit dem Schneider-Menel'schen Apparat, (9) der früher häufig benutzt wurde, bewirkte allmähliche Dehnung und Zerreißung des Callus. Seine Anwendung eignete sich besonders für Oberschenkelbrüche, die mit Übereinanderschieben der Fragmente verheilt waren. In tiefer Narkose wurden Gurte, die über den Knöcheln oder dem Knie angelegt waren, durch Umdrehen eines Zahnrades angespannt. Ein Vorteil dieses Verfahrens war, daß es gleichzeitig die Verkürzung beseitigte.

Unter den Apparaten, die durch Druck eine Refraction herbeizuführen suchten, ist der bekannteste der Rizzolische Osteoklast, der ähnlich einer Buchdruckerpresse kon-

struiert ist; zwei eiserne Ringe, die je ein Bruchstück umfassen, sind durch eine eiserne Stange starr verbunden. In der Mitte der Spanne läuft eine Schraube; diese endigt unten in einem Stahlbügel, der die Bruchstelle umfaßt. Man kann mit diesem Apparat außerordentliche Kraft enfalten, wird aber nicht immer Quetschungen der Weichteile vermeiden können.

Eine andere sehr eigenartige Methode, die von Rizzoli (29) bei einer mit starker Verkürzung geheilten Fractur der unteren Extremität ausgeführt wurde, bestand darin, denselben Knochen der gesunden Seite zu zerbrechen und in gleicher Verkürzung anheilen zu lassen. Daß diese Operation als ein unberechtigter Eingriff keine Nachahmung gefunden hat, braucht man kaum hervorzuheben.

Neben diesen unblutigen Verfahren, die in verschiedenen Modificationen heute vereinzelt noch ausgeführt werden, ist die blutige Osteotomie zu erwähnen, die in der vorantiseptischen Zeit ein gefährliches Heilverfahren war, wegen der hinzutretenden Wundcomplicationen, die jetzt als ein ungefährlicher Eingriff angesehen werden kann und häufig ausgeführt wird.

Auch die Osteotomie hat eine ähnliche Geschichte erlebt, wie die Patellarnaht. Während früher die subcutanen Methoden ausgeübt wurden, bevorzugt man seit der aseptischen Zeit die offene Osteotomie, da sie als viel sicherer und gefahrloser betreffs Vermeidung von Nebenverletzungen gilt.

Das subcutane Verfahren von Brainard (9) bestand darin, daß er von einer kleinen Weichteilwunde aus

den Callus mit einem Drillbohrer nach mehreren Richtungen durchlöcherte, um nach Heilung der Hautwunde den Knochen leichter zu zerbrechen.

Langenbeck (1) durchbohrte den Knochen nach einem kleinen Querschnitt und durchsägte ihn dann von dem Bohrloch aus mit einer Stichsäge.

Diese beiden und ähnliche Verfahren sind jetzt aber zugunsten der offenen Osteotomie verlassen worden. Bei winkeliger Knickung der Fragmente wird der convexen Seite ein entsprechender Keil entnommen und der Knochen u. U. durch Naht in normaler Stellung fixiert. Handelt es sich darum, Verkürzungen, die durch Übereinanderschieben der Fragmente entstanden sind, zu beseitigen, dann wird die longitudinale Osteotomie ausgeführt mit nachfolgender Extension. Oft handelt es sich aber um große Verkürzungen, die mit der gewöhnlichen Heftpflasterextension nicht beseitigt werden können; zweckmäßig kann man in diesen Fällen das Verfahren anwenden, das Steinmann (30) als „seine Nagelextension" bezeichnet, das aber schon vorher, wie Anzoletti (31) hervorhebt, von Codivilla ausgeübt wurde. Das Prinzip der Methode beruht darin, daß ihre Kräfte direct am Skelett angreifen und daher viel stärker wirken können. Zwei sterile Nägel werden zweckmäßig schräg in das periphere Knochenstück eingetrieben, da sie sich mit der Zeit infolge Druckatrophie des Knochens etwas lockern. An ihnen greift die Gewichtsextension an, bei der große Gewichte angewandt werden können. Eine Modification dieser Methode von Becker (32) bezweckt, das Lockern der Nägel zu vermeiden. Er benutzt einen 4 mm

dicken, 20 cm langen Stahlstab, der aus zwei durch ein Schraubengewinde verbundenen Teilen besteht. Das eine Ende ist mit einer Spitze versehen, während das andere Ende an einem Trepanationsapparat angesetzt wird. Auf beide Enden können Hülsen geschraubt werden zum Anhängen von Gewichten. Der Stab durchbohrt den Knochen, um die vorstehenden Enden wird antiseptische Gaze als Abschluß gegen eindringende Infection gelegt, dann werden die Hülsen darauf geschraubt und extendiert.

Die Vorteile dieser Methode sind insofern von Bedeutung, als eine Lockerung durch Hebelwirkung, wie bei der Steinmann'schen Nagelextension niemals eintreten kann, da die Corticalis an zwei Stellen von demselben Stahlstab durchbohrt wird. Ein Fall von Anschütz (33) zeigt die große Wirksamkeit dieser Methode, der es gelang, eine Verkürzung von 15 cm auf 11 cm zu reducieren.

Zu weiteren unangenehmen Folgen bei der Behandlung der Fracturen müssen wir einmal die allzu starke Entwicklung von Callus und demgegenüber die Verzögerung oder das vollständige Ausbleiben einer knöchernen Consolidation rechnen. Beide Zustände erfordern eine operative Therapie. Übergroße Calluswucherung oder Callusluxurians beobachtet man am häufigsten bei Brüchen an den Gelenkenden der großen Röhrenknochen. Man kann wohl glauben, daß solche Zustände Folge gesteigerter Reizzustände sind, wie man sie bei Splitterbrüchen mit folgender Eiterung beobachten kann. Dadurch daß die Callusmassen teils durch ihren Umfang, teils durch Verdrängung von Muskeln die Bewegungen der Gelenke beeinträchtigen, geben sie zu unangenehmen Func-

tionsstörungen Veranlassung. Auch können Nerven durch Druck in Mitleidenschaft gezogen werden. Therapeutisch kann man nur durch Abtragung des luxurierenden Callus helfen, denn eine allmähliche Resorbtion, wie man sie bei jedem gewöhnlichen, neugebildeten Callus beobachtet, tritt in solchen Fällen nicht ein.

Viel eigentümlicher ist andererseits Verzögerung oder Ausbleiben der Consolidation nach Knochenbrüchen (Pseudarthrose). Die Differentialdiagnose zwischen beiden Zuständen ist oft sehr schwierig, da die Zeit der Consolidation von Fracturen außerordentlich individuellen Schwankungen unterworfen ist. Bruns schlägt deshalb vor, bei allen zweifelhaften Fällen von „unvereinigter" oder nicht consolidierter „Fractur" zu sprechen.

Den Übergang zur eigentlichen Pseudarthrose bildet die verzögerte Consolidation, die sich in zweierlei Weise äußern kann, einmal kann sich die Callusbildung, also die Entwicklung der verbindenden Brücke zwischen beiden Fragmenten verzögern, wie das häufiger nach Bruns bei subcutanen Fracturen der Tibia auftritt, ferner kann aber auch verzögerte Verkalkung des schon vorhandenen Callus die Heilung hinausschieben. Man kann in diesen Fällen zuweilen ein federndes Nachgeben der Bruchstelle beobachten, ohne daß besondere abnorme Beweglichkeit vorhanden ist. Erst durch den Gebrauch des Gliedes entstehen dann Krümmungen und Verbiegungen.

Über die Ursachen der Entstehung ist man verschiedener Meinung. Sie können bedingt sein durch lokale oder allgemeine ungünstige Vehältnisse der Fractur, aber auch

bei einfachen subcutanen Fracturen sonst gesunder Leute und bei korrekter Behandlung hat man Verzögerung der Heilung beobachten können, ohne einen Grund hierfür zu erkennen.

Kommt nun ein Knochenbruch auch nach längerer Zeit nicht zur Heilung, dann hat sich aus ihm ein falsches Gelenk, eine Pseudarthrose entwickelt. — Prognostisch am ungünstigsten sind dabei die Fälle, bei denen an den Fragmentenden jede Reaction ausgeblieben ist. Aus ihnen entstehen schlotternde Pseudarthrosen; denn die Fragmentenden werden infolge mangelnder Function atrophisch, runden sich ab und ihre Markhöhle schließt sich.

Günstiger sind die Fälle zu beurteilen, bei denen es zwischen den Bruchenden zu einer Entwicklung von Bindegewebe gekommen ist. Dieses bald straffe, bald lockere Pseudoligament bedingt die verschieden große Beweglichkeit, die man bei solchen Fällen beobachten kann.

Die dritte seltenste Form ist die Bildung eines richtigen neuen Gelenkes an der Fracturstelle, einer Nearthrose. Sie entwickelt sich allmählich aus der Pseudarthrose, wohl infolge der andauernden Reibung der Fragmente aneinander. Derartige Nearthrosen sind von rudimentären Anfängen bis zur vollkommenen Ausbildung eines Gelenkes mit allen diesem eigentümlichen Bestandteilen, — zwei Gelenkflächen mit Kapselschicht überzogen, verbunden durch ein mit Synovialis bekleidetes Kapselband, das aus dem verdickten Periost und neugebildeten Bindegewebe entstehen soll — beobachtet worden.

Naturgemäß kommt es an dem betroffenen Gliede zu secundären Veränderungen als Folgen der Gebrauchsunfähigkeit, vor allem zu Inactivitätsatrophie der Muskeln und Knochen u. U. zum Zurückbleiben im Wachstum.

Die ätiologischen Momente sind vor allem localer Art, während nur ausnahmsweise allgemeine Störungen als Ursache angeführt werden, z. B. allgemeine Schwächezustände durch chronische Erkrankungen oder Blutverluste, Innervationsdefecte, Zirculationsstörungen, desgleichen Syphilis, Diabetes usw.

Unter den localen Ursachen der Pseudarthrosenbildung haben wir dabei zu unterscheiden einmal ungünstige Beschaffenheit des Bruches; ich erinnere dabei an die Schrägbrüche, deren Bruchenden sich sehr leicht verschieben können, sodaß schließlich die Bruchflächen sich nicht mehr berühren. Ferner ist an dieser Stelle zu erwähnen, erhebliche Dislocation der Fragmente, ein Zustand, den wir schon bei Patellar- und Olecranonfracturen als Heilungshindernis kennen gelernt haben, oder es kann eine derartige Umdrehung eines Fragmentes stattgefunden haben, daß gar keine Berührung der Bruchflächen, sondern nur der mit Periost bedeckten Flächen besteht.

In den meisten Fällen jedoch ist die Ursache eine Interposition fremdartiger Teile zwischen die Fragmente, deren Diagnose man besonders an dem Fehlen jeder Crepitation trotz eines hohen Grades abnormer Beweglichkeit des Bruches stellen kann. Obwohl schon vor G u r l t (34) auf die Möglichkeit von Weichteilinterposition bei Fracturen hingewiesen worden war, so war e r der erste, der zwischen

Weichteilinterposition und Pseudarthrose einen gewissen Zusammenhang annahm, er glaubte freilich nur an eine Verzögerung der Callusbildung unter diesen Umständen, und es heißt an der betr. Stelle:

„Wahrscheinlich kommt eine solche Zwischenlagerung von Weichteilen, welche meistens sehr schwierig zu diagnosticieren ist, häufiger vor, als man gewöhnlich annimmt, ohne indessen einen anderen Nachteil herbeizuführen, als daß höchstens die Consolidation eine Verlangsamung erfährt, indem, selbst wenn bei der Reposition der dislocierten Fractur auch die Entfernung der zwischengelagerten Weichteile nicht gelingt, doch diese dem auf sie ausgeübten continuierlichen Druck der Fragmente in der Regel nicht lange zu widerstehen imstande sind, vielmehr durch denselben atrophieren und selbst ganz verschwinden und dann keinerlei Hindernis mehr veranlassen."

Daß dies ein Irrtum war, beweisen mehrere Fälle in der Literatur, bei denen noch nach 10 und mehr Jahren interponierte Teile bei der Operation vorgefunden wurden; so kamen später dann die Untersuchungen von Bruns, (1) die zur Genüge bewiesen, daß Interpositionen ein „absolutes" Hindernis für die Fracturheilung darstellen. Nach der Statistik von Bruns findet sich eine ausgesprochene Praedisposition des Oberschenkels und Oberarmes. Die Bruchenden können, z. B. durch die fracturierende Gewalt sogleich in die umgebenden Muskeln hineingetrieben werden, oder auch sekundär, wenn ungenügend immobilisiert wurde und die Muskulatur gleichzeitig ausgedehnter verletzt war.

Ebenso bedingen natürlich Interpositionen von Kapselteilen oder Nerven Ausbildungen von Pseudarthrosen.

Daß schließlich auch Innervationsdefecte, Circulationsstörungen, Erkrankung der Bruchenden in der früheren Literatur als ätiologische Factoren erwähnt wurden, mag nebenbei bemerkt werden, da sie nur eine untergeordnete Rolle spielen.

Was nun die Therapie der Pseudarthrosen anlangt, so ist kaum ein Gebiet so umfangreich in der Frakturenbehandlung wie gerade dieses, wohl eine Folge der so mannigfaltigen Ätiologie. Alle Methoden freilich, so verschieden sie auch sind, verfolgen das eine Ziel, das Regenerationsvermögen der Gewebe anzufachen und Consolidation herbeizuführen.

In der vorantiseptischen Zeit wurden meist unblutige Verfahren angewandt. Schon dem römischen Arzte Celsus (35) war das Verfahren der Exasperation der Bruchflächen bekannt, eine Methode, die ähnlich dem heutigen in Amerika zuerst angewandten „Heilgehen" in geeigneten Verbänden wirkte, indem durch die mechanische Reizung der sich reibenden Bruchstücke wohl die Cirkulationsverhältnisse und damit die Ernährung des Knochens günstig beeinflußt wurden.

Von diesem Standpunkte aus versuchte man ferner durch Application reizender Substanzen auf die Haut, oder nach Dummreicher (36) und Helferich (37) durch Anlegen von Binden in der Nähe der Fracturstelle Hyperämie zu erzeugen.

Diesen an sich harmlosen Verfahren stehen operative

Methoden gegenüber, die gewiß in der vorantiseptischen Zeit manchem Patienten verderblich geworden sind. Hierher gehören die Injectionen von Portwein, Chinarindenextract, später Jodtinctur, Carbol- oder Milchsäure, Blut oder Fibrin. Man stach ferner Stahlnadeln in die Bruchspalte ein, die längere Zeit liegen blieben (Acupunctur) oder nahm die ähnlich wirkenden Proceduren der Electro- und Ignipunctur der Bruchstelle vor. Wegen ihrer unsicheren und damals oft gefährlichen Wirkung fanden diese Verfahren nicht viel Anhänger.

Ebenfalls schon längst verlassen ist die von Brainard (36) empfohlene subcutane Perforation mittels eines von ihm erfundenen Perforatoriums, und andererseits die Anlegung eines Setaceums, d. h. es wurde ein Seidenfaden, Haarseide oder dergl. mit einer starken Nadel durch die Zwischensubstanz gezogen. Die gewünschte entzündliche Reaction wurde freilich durch all diese Methoden hervorgerufen, am häufigsten aber waren auch schwere Wundcomplicationen die Folge.

Einen Fortschritt in der Pseudarthrosentherapie machte dann, 1846 noch vor Listers Entdeckung, Dieffenbach (38), der, allerdings nur zur Anregung der Callusbildung, quer durch beide Fragmente Elfenbeinstäbchen eintrieb. Dasselbe bezweckten ähnliche Modificationen dieses Verfahrens: So benutzte Senn (1) aseptische Knochenstifte, Nußbaum (1) vernickelte Bretternägel, Langenbeck (1) versilberte Stahlschrauben, Bruns (1) einen von ihm angegebenen Doppelhaken u. a. m.

Später dienten die Stifte dann gleichzeitig zur Fixation der Fragmente. So operierte Heine (39) in den 70iger Jahren eine Pseudarthrose der Ulna durch Einlegen eines Stiftes in die Markhöhle mit gutem Erfolge. In der heutigen Zeit der Asepsis hat der Stift die Bedeutung, die ihm Dieffenbach noch zusprach, verloren und hat nur den Zweck, die Fragmente zu retinieren. Dafür sprechen die zahlreichen Beobachtungen seit Einführung der Asepsis, nach denen die Stifte reactionslos einheilen. Früher nahm man sogar an, daß sie resorbiert werden könnten, wenigstens deuteten darauf Befunde, nach denen die Stifte wie „angefressen" aussahen. Nach Mitteilungen Riedingers (40) über das Schicksal implantierter Elfenbeinstifte fand sich bei seinen Tierversuchen einmal der Stift solide mit dem Knochen verwachsen, während er in anderen Fällen zum Teil resorbiert worden war, indem Markräume mit Knochensubstanz umsäumt tief in den Stift hineingingen. Je blutreicher der Knochen gewesen war, desto größere Resorptionsfähigkeit besaß er. Diese Beobachtungen müssen freilich jetzt die Auslegung erfahren, daß damals, als man noch nichts vom aseptischen Operieren wußte, sich Eiterungen mit üppiger Knochengranulation einstellten, durch die die Stifte arrodiert wurden. Es wäre zu weitläufig, wenn ich auf die verschiedenen Hypothesen eingehen wollte, die die Resorption des Stiftes zu erklären versuchen und will nur nebenbei erwähnen, daß man die Milchsäure (Billroth, 41), ferner den durch die Granulationen bedingten Druck und endlich die Kohlensäure dafür verantwortlich gemacht hat.

Ein weiteres Verfahren, das gerade in der neueren Zeit

als das Normalverfahren in der Therapie der Pseudarthrosen angesehen wird, ist die Resection der Bruchenden. Die Indication zu dieser Operation ist unbedingt gegeben, wenn Interposition festgestellt worden ist. Nach Freilegung der Bruchstelle werden alle Hindernisse, wie Muskel- oder Nerveninterpositionen beseitigt, die ligamentöse Zwischensubstanz entfernt und die Bruchenden angefrischt. Wichtig ist große Sorgfalt bei Ausübung der Operation: vollständige Entfernung aller Teile zwischen den Fragmentenden, möglichste Erhaltung des Periosts und sonstiger knochenbildenden Teile. Bei der Resection war man vor allem darauf bedacht, möglichst breite Anfrischungsflächen bei möglichst geringem Knochendefect zu erhalten. So hat man die verschiedenen Modificationen der queren, schrägen, treppenförmigen, keilförmigen, konischen Resection angewandt, je nach Lage der Knochen, nach Art der Dislocation. Es wurden dadurch ähnliche Verhältnisse geschaffen, wie man sie bei frischen complicierten Fracturen vor sich hatte, und die weitere Behandlung gestaltete sich ebenso wie bei diesen. In vielen Fällen begnügte man sich dann nicht mehr mit der einfachen Resection, sondern nahm noch die verschiedensten Mittel der Retention zu Hilfe. Als ein „Übergangsverfahren", bei dem Anfrischung und Fixation zugleich bewirkt wurde, kann man das Eintreiben des einen atrophischen oder zu diesem Zwecke zugespitzten Fragmentes in die Markhöhle des andern betrachten (Roux, v. Bergmann, Langenbeck (42). Im übrigen werden von weiteren Fixationsmitteln so viele Methoden beschrieben, daß ich verzichten muß, auf alle genauer einzugehen. Wenn auch

jedes Verfahren nach seinem Autor seine Vorzüge haben soll, so mag dennoch hier der Satz gelten: je einfacher, um so praktischer, zumal man darauf bedacht sei, den Fremdkörper später entfernen zu müssen. So werden, um doch wenigstens einige Methoden zu erwähnen, die Silberdraht-Nagelung und Befestigung mittels Doppelnagel (Gussenbauer, Bruns) wegen der Einfachheit ihrer Anwendung besonders gern ausgeführt.

Oft genug freilich werden durch die Resection notwendig größere Defecte am Knochen entstehen und die dadurch hervorgerufene Verkürzung war vielleicht unangenehmer für den Patienten als die Pseudarthrose selbst. Eine sehr sinnreiche Methode von Hahn (43) vermochte in einem solchen Falle das Übel zu verhindern. Hahn gelang es bei einer Pseudarthrose der Tibia mit $8^1/_2$ cm Defect vollständige Heilung zu erzielen, dadurch, daß er die Fibula fracturierte und das untere Fragment in die Markhöhle des oberen Endes der Tibia implantierte.

Wir kommen damit weiter auf die so segensreiche Anwendung der Osteoplastik. Zunächst wurden auf diesem Gebiete die Methoden der Heteroplastik versucht, d. h. man wollte nicht nur Fremdkörper im gewöhnlichen Sinne, sondern auch totes decalciniertes und lebenfrisches Material einer anderen Species als Ersatz für den Knochendefect verwenden, Maßnahmen, die wir wohl trennen müssen von denen der einfachen Nagelung, Verschraubung etc. gebrochener Knochen.

Die vielfachen Mißerfolge, die in der oft später notwendigen Entfernung des Ersatzstückes zum Ausdruck kamen,

führten dann zu zwei weiteren Modificationen, der sog. Homo- und später der Autoplastik. Dabei versteht man unter Homoplastik die Transplantation vollständig gelöster Knochen, die nicht von demselben Individuum stammen. So konnte Volkmann (44) bei einer Oberschenkelpseudarthrose einen frischen durch Sequestrotomie gewonnenen Knochensplitter zur Deckung des Defectes verwerten und Heilung erzielen. Zwei Bedenken stehen diesem Verfahren gegenüber. Einmal wird man nur durch besonders günstige Umstände in der Lage sein, das nötige Material zu haben, sodann aber ist viel schwerwiegender die Möglichkeit einer Krankheitsübertragung.

So bleibt unter den plastischen Heilverfahren ohne Zweifel als bestes die Autoplastik, d. h. die Entnahme eines zu übertragenden Knochenstücks von demselben Individuum übrig. Als Erster unternahm ein derartiges Vorgehen Schede (45), der bei einem Defect des Radius ein entsprechendes Stück Ulna frei transplantierte. Ähnliche günstige Beobachtungen liegen von Bramann (46, 47) vor.

Wenn nun auch dies Verfahren der freien Übertragung eines lebensfähigen Gewebes in einzelnen Fällen mit günstigem Erfolge angewandt worden war, so lag die Frage nahe, ob es nicht sicherer sei, das zu transplantierende Stück im Zusammenhang mit dem ernährenden Periost zu lassen, und so hat man gerade dieser Art der Osteoplastik, auf die Wolff (48) als Erster hingewiesen hat, in neuerer Zeit größere Aufmerksamkeit geschenkt.

Ich möchte kurz die klassischen Fälle skizzieren, die v. Nußbaum (49) als Erster in dieser Weise geheilt hat.

Fall 1. Pseudarthrose der Ulna. Operation: Pseudarthrose bloßgelegt, Pseudoligament ausgeschnitten und von dem oberen Fragment ein Knochenstück in die Lücke gelegt, das am unteren Ende noch eine Periostbrücke hatte. Nach Abstoßung eines kleinen Teils des transplantierten Knochens trat völlige Wiederherstellung ein.

Ganz analog verhielt sich der zweite Fall, ebenfalls eine Pseudarthrose der Ulna, bei der v. Nußbaum den gleichen guten Erfolg mit dieser Art der Knochenplantation erzielte.

So fand das Verfahren bald neue Anhänger und noch heute wird die Methode in ihrer von Müller (50) angegebenen Modification, die bezweckt, die Unbequemlichkeit der Lappenumdrehung zu umgehen, allgemein benutzt.

Der Lappen, der in seinem unteren Teile mit einem Knochenstück des einen Fragmentes „gefüttert" ist, wird einfach durch leichtes queres Reffen an der Basis nach der Stelle des Defectes hin verzogen. — Ausführliche Arbeiten über Knochenplastik sind auch von Axhausen in letzter Zeit veröffentlicht.

Hat man nicht genügend Material zur Deckung, wie z. B. bei zugespitzten Fragmentenden oder bei congenitalen Unterschenkelfracturen, so tritt nach Reichel (11) die „italienische Plastik" in ihr Recht: Überpflanzung eines gestielten Hautperiostknochenlappens z. B. vom gesunden Unterschenkel auf die Fracturstelle. Für Defecte an

Radius und Ulna liefern die Tibiae der gleichen Seite, für solche am Oberarmknochen die Rippen Ersatz.

Wir kommen somit am Ende zu dem Ergebnis, daß auch bei subcutanen Fracturen unter gewissen Verhältnissen ein operatives Eingreifen nicht zu umgehen ist. Ausgehend von dem Gedanken, daß jeder Chirurg bei schlecht geheilten Fracturen mit mangelhafter Function operativ vorgehen wird, wird man auch bei frischen subcutanen Brüchen bei vollständiger Beherrschung der Asepsis und der Technik nach genauer Indicationsstellung operieren dürfen.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Generalarzt Prof. Dr. Köhler für Überweisung der Arbeit, sowie vielfache Unterstützung bei Anfertigung derselben meinen Dank auszusprechen.

Literatur.

1. Paul Brun: Lehre von den Knochenbau. Deutsche Chirurgie Liefg. 27.
2. Thienger: Zur operativen Behandlung frischer subcutaner Patellarfracturen durch offene Naht. Bruns Beiträge Bd. 36. Centralblatt für Chirurgie 1880, Nr. 20 u. 24.
3. Hackenbruch: Zur Behandlung der queren Kniescheibenbrüche durch die Knochennaht. Bruns Beiträge Bd. 12.
4. Ceci: Eine neue Operation der Patellarfractur, subcutane Metallnaht der Kniescheibe. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie 1886. Bd. 23.
5. Rothschild: Über die operative Behandlung irreponibler Fracturen. Bruns Beiträge Bd. 29.
6. Bockenheimer: Bemerkungen über die blutige Behandlung der Querfracturen der Patella. Langenbecks Archiv Bd. 78.
7. Chirurg. Kongr. 1902 u. 1904.
8. Trendelenburg: Die Erfolge der Knochennaht bei Kniescheibenbrüchen. Therapie der Gegenwart 1905. H. 1. S. 17 ff.
9. Franz König: Lehrbuch der speziellen Chirurgie Bd. III.
10. Schanz: Zur Behandlung alter Kniescheibenbrüche. 32. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie 1903.
11. Reichel: Chirurgie des Kniegelenks und Unterschenkels. Handbuch der praktischen Chirurgie. v. Bergmann, Mikulicz, v. Bruns.
12. Turner: Zur operativen Behandlung veralteter Kniescheibenbrüche mit größerer Diastase der Fragmente. Centralblatt f. Chirurgie 1908, S. 1559.
13. Lucas Championière: Traitement de la fracture de l'olécrane par le massage et la mobilisation.
14. Tillmanns: Lehrbuch der speziellen Chirurgie S. 705.
15. Murphy: Journ. of the amer. assoc. 1906 Januar 27.
16. Pfeil-Schneider: Über die Knochennaht bei der Behandlung der geschlossenen Brüche in der Nähe der Gelenke. Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft f. Chirurgie 21. Kgs. 1892.
17. Fritz König: Über die Berechtigung frühzeitiger Eingriffe bei subcutanen Knochenbrüchen. Langenbecks Archiv Bd. 76.

18. Fritz König: Über die blutige Behandlung subcutaner Fracturen des Oberschenkels. Langenbecks Archiv, Bd. 83.
19. Kocher Beiträge zur Kenntnis praktisch wichtiger Fracturformen.
20. Rosencrantz: Beitrag zur Behandlung nicht konsolidierter Schenkelhalsbrüche mittels Nagelung der Fragmente. Inaug.-Diss. Würzburg 1890.
21. Reisinger: Kasuistischer Beitrag zur Nervenlösung nach Oberarmfracturen. Bruns Beiträge Bd. 36.
22. Riethus: Über Verletzungen des Nerv. radialis bei Humerusfracturen und ihre operative Behandlung. Bruns Beiträge Bd. 24.
23. Létiévant: Traité des sections neuveuses.
24. Szumann: Deutsche med. Wochenschrift IX. 1883, S. 764.
25. Neugebauer: Zur NNerroraphie und Neurolysis. Bruns Beiträge Bd. XV.
26. Mühsam: Beitrag zur Kenntnis der Nervenlähmungen. Deutsche Zeitschrift f. Chirurgie, 1908.
27. Hildebrand: Lehre von den ischämischen Muskellähmungen und -contracturen. Sammlung klinischer Vorträge. N. F. No 437 1906, oder: Centralblatt f. Chirurgie 1907, S. 490.
28. Bardeleben: Lehrbuch der Chirurgie II. S. 382.
29. Rizzoli: Wiener med. Wochenschrift XIX. S. 1238.
30. Steinmann: Eine neue Extensionsmethode in der Fracturenbehandlung. Centralblatt f. Chirurgie 1907. S. 938.
31. Anzoletti: Zur Codivillaschen Methode der Nagelextension. Centralblatt f. Chirurgie 1909. S. 985.
32. Becker: Extension am querdurchbohrten Knochen. Centralblatt f. Chirurgie 1908. S. 1417.
33. Anschütz: Verlängerung durch Nagelextension. Centralblatt f. Chirurgie 1910.
34. Gurlt: Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen. 1862.
35. A. C. Celsi: Medicina Lib. VIII.
36. Martha Sommer: Über Vorkommen, Ursachen und Behandlung der Pseudarthrosen in der Züricher Klinik aus den Jahren 1881—88. Bruns Beiträge Bd. 6.
37. Helferich: Über künstliche Vermehrung der Knochenneubildung. Archiv f. klin. Chir. 188. Bd. 36, S. 872.
38. Dieffenbach: Eine neue sichere Heilmethode der falschen Gelenke oder Pseudarthrosen. Berlin 1846.
39. Heine: Über operative Behandlung der Pseudarthrosen. Langenbecks Arch. XXII. S. 494.

40. Riedinger: Über Pseudarthrosen am Vorderarm mit Bemerkungen über das Schicksal implantierter Knochen- und Elfenbeinstifte. Verhandl. der Deutschen Gesellsch. f. Chir. 1881. X. Kgs.
41. Billroth: Lehrburch der klin. Chirurgie.
42. Archiv. f. klin. Chir. Bd. XXI. Suppl. S. 242.
43. Hahn: Centralblatt f. Chirurgie 1884. S. 337.
44. Hintze: Über Pseudarthrosen und ihre operative Behandlung. Inaug.-Diss. Halle 1883.
45. Ärztl. Vereinigung Hamburg. Oktob. 1890.
46. Chir. Kgs. 1894. I. S. 127.
47. Schröck: Über Heilung von Pseudarthrosen und Knochendefecten durch Knochenimplantation. Inaug.-Diss. Halle 1894.
48. Langenbecks Archiv. Bd. IV. S. 189 ff.
49. Carl Winter: Über Knochentransplantation. Inaug.-Diss. München 1878.
50. Müller: Über die heutigen Verfahren zur Pseudarthrosenheilung. Klin. Vortr. von Volkmann. N. F. 145.

Lebenslauf.

Ich bin am 25. August 1889 zu Genthin in der Provinz Sachsen geboren, bin evangelischen Glaubens. Meine Schulbildung genoß ich in Potsdam, wo ich 1908 die Reifeprüfung bestand. Darauf studierte ich Medizin; 2 Semester in Göttingen, 3 in Marburg, 5 in Berlin. Seit April 1911 gehörte ich der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen an. Zur Ableistung meines praktischen Jahres war ich von September 1913 bis Juli 1914 als Unterarzt an der Nerven-, I. med.-, geburtshilflichen, Hals- und chirurgischen Klinik des Kgl. Charitékrankenhauses zu Berlin tätig. Bei Kriegsausbruch bestand ich meine Staatsprüfung. Seit dieser Zeit befinde ich mich im Felde.

Druck von Edmund Stein
fürstlich Lippischer Hoflieferant
Potsdam
Kaiser-Wilhelm-Straße Nr. 52/53.